

中南大学

试 卷 十 七

2002 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目：金属学

适用专业：材料科学与工程

一、(10 分) 画出 FCC 晶胞中 (111) 晶面上的所有 $\langle 110 \rangle$ 晶向；在 HCP 晶胞中画出 $[11\bar{2}0]$ 晶向和 $(1\bar{1}00)$ 晶面。

二、(10 分) 举出凝固理论在金属材料结晶中的几个应用，加以简单说明。

三、(10 分) 画出 Fe-Fe₃C 亚稳平衡相图，根据相图回答下列问题：

1. 标出合金在室温下的组织组成。

2. 写出相图中三个等温反应式。

3. 分析含碳量为 1.2% 的合金的平衡冷却过程；计算其在室温下的组织组成物的相对百分含量。

4. 画出 Fe-Fe₃C 合金在 1180℃ 时的成分-自由能曲线示意图。

5. 试分析元素 C 及 Cr 在 Fe 中的可能存在形式及其作用。

四、(10 分) 试总结位错在金属材料中的作用。

五、(10 分) 分析原子扩散在金属材料中的作用。

六、(10 分) 分析多晶体金属的变形过程及影响多晶体金属变形的因素。

七、(10 分) 分析层错能对金属热塑性变形的影响。

八、(10 分) 提高金属材料强度的途径有哪些？

九、(10 分) 解释下列名词：成分过冷；离异共晶；反应扩散；面角位错；晶界偏聚。

十、(10 分) Pb-Sn-Bi 三元合金相图如图 17-1 所示。

1. 试写出图中五条单变量线及 P 点、E 点反应的反应式。

2. 分析图中合金 2 的平衡结晶过程，指出它的开始凝固温度。

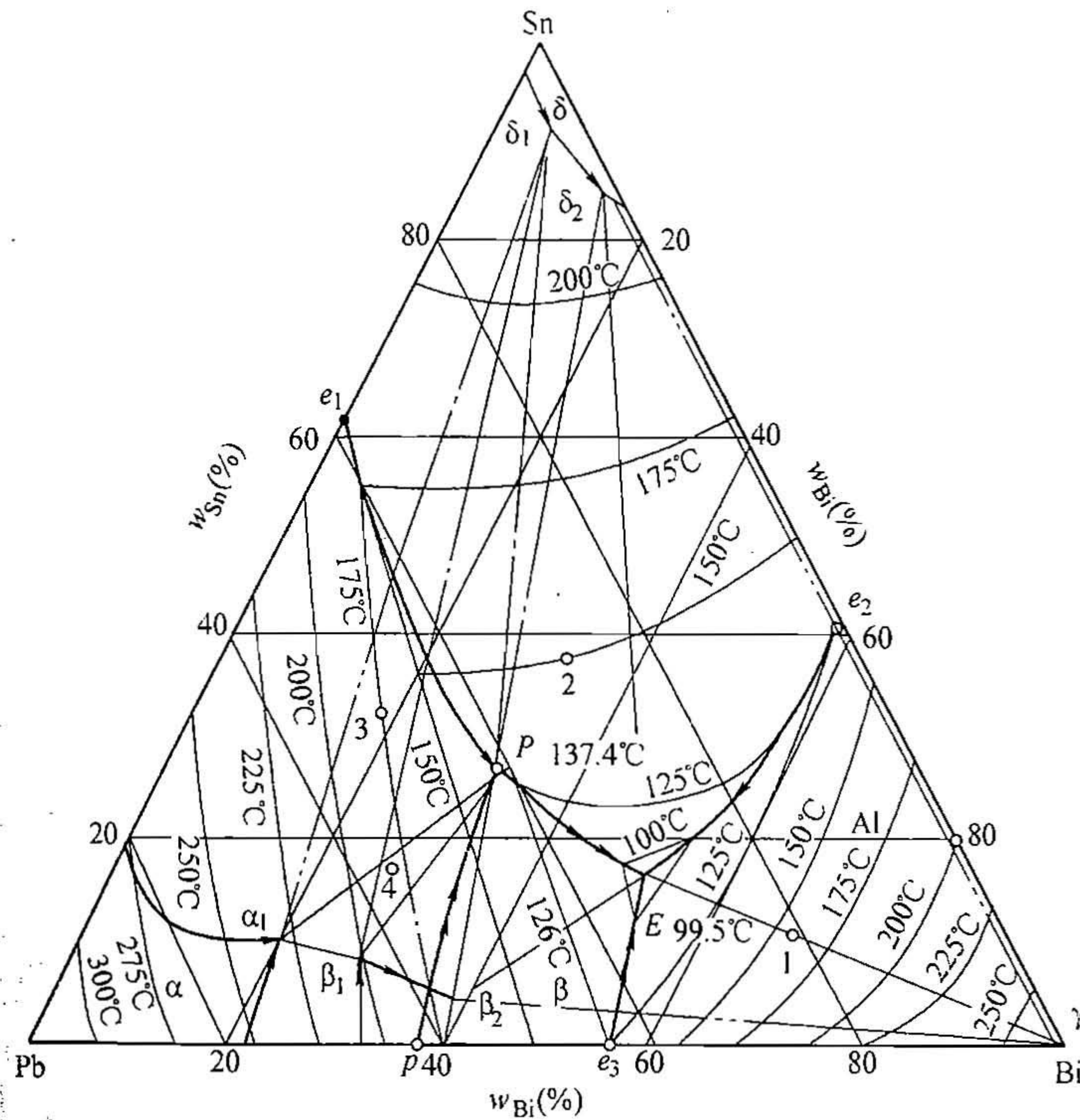


图 17-1 第十题图

标准答案

一、如图 17-2 所示。在图 17-2a 中， ACE 所在晶面为 (111) 晶面，该面内的 \overrightarrow{AC} 为 $[\bar{1}01]$ ， \overrightarrow{AE} 为 $[\bar{1}10]$ ， \overrightarrow{CE} 为 $[01\bar{1}]$ 。在图 17-2b 中， $[11\bar{2}0]$ 晶向为 Oa_3 反方向， $(1\bar{1}00)$ 晶面为 $ABCD$ 面。

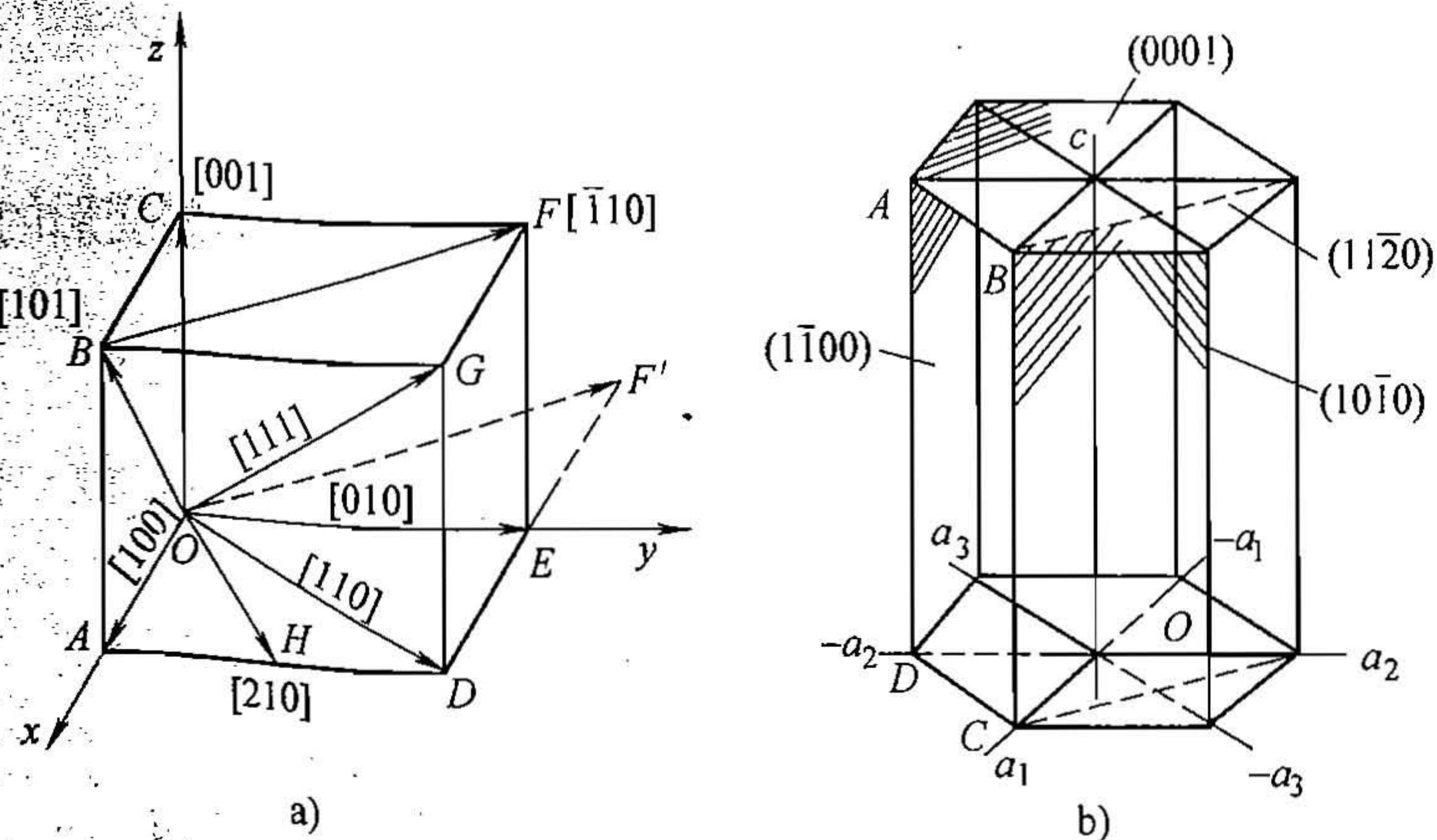


图 17-2 第一题解答图

二、铸锭组织控制、单晶体制备、非晶体制备等。

三、

1. Fe-Fe₃C 亚稳平衡相图 (略)。

2. 合金在室温下的组织组成: 相图中从左到右依次为: F, F + Fe₃C_{III}, F + P, P, P + Fe₃C_{II}, L'd + P + Fe₃C_{II}, L'd, L'd + Fe₃C_I。

3. 含碳量为 1.2% 的合金的平衡冷却过程为: L, L → A, A, A → Fe₃C_{II}, A → P, 室温下得到 P + Fe₃C_{II} 组织。其中, $w_P = \frac{6.69 - 1.2}{6.69 - 0.77} = 92.74\%$; $w_{Fe_3C_{II}} = 7.26\%$ 。

4. Fe-Fe₃C 合金在 1180℃ 时的成分-自由能曲线示意图如图 17-3 所示。

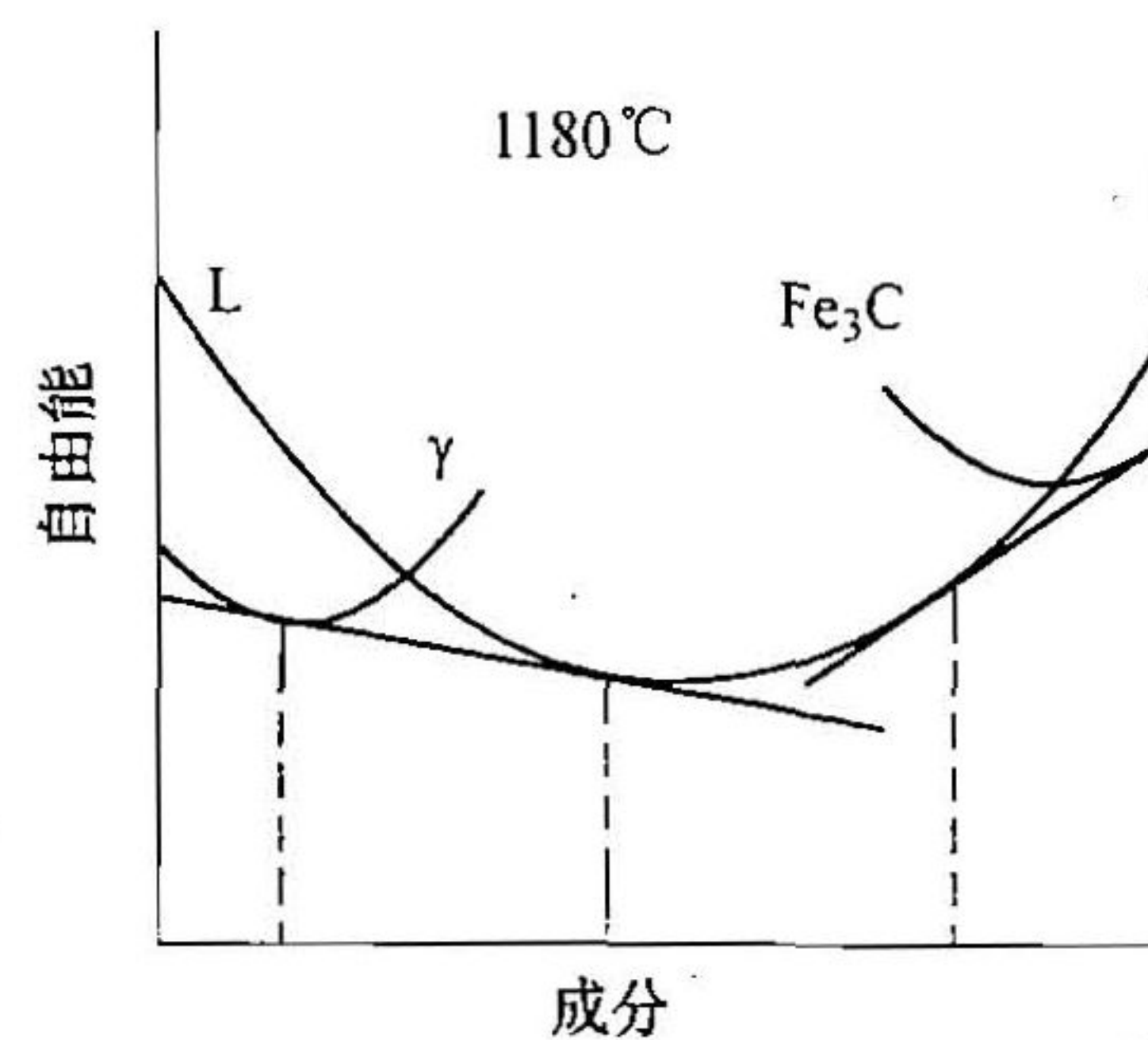


图 17-3 第三题第 4 小题解答图

5. 元素 C 可以固溶在 Fe 中, 起到强化作用, 与 Fe 形成化合物如 Fe₃C, 分布形态不好会降低合金强度与塑性; Cr 可以固溶在 Fe 中, 起到强化作用, Cr 也可与 Fe、C 形成合金碳化物。

四、要点

位错在金属材料中可以起到强化作用, 通过位错运动完成塑性变形, 合金中位错与溶质原子发生作用形成气团造成屈服现象和应变时效, 位错是第二相形核的择优场所, 位错影响扩散速度。

五、要点

液态金属的凝固、成分的均匀化、扩散型固态相变、表面化学热处理、氧化与脱碳、粉末烧结、高温蠕变等。

六、要点

多晶体金属的变形过程中每个晶粒的变形主要是滑移, 还可能出现孪生和扭折, 需要开动多个滑移系, 出现交滑移, 由于晶界的影响还有位向差效应和晶界的阻滞效应。

影响因素主要有晶粒大小、变形温度、变形速度。

七、要点

高层错能金属热塑性变形主要通过回复软化；低层错能金属热塑性变形主要通过再结晶软化，其应力-应变曲线有不同特点。

八、要点

细晶强化、固溶强化、加工硬化、沉淀强化、弥散强化等。

九、

成分过冷：由于在结晶过程中固溶体合金的溶质原子再分配造成固溶体合金在正温度梯度下，其凝固界面前沿的液相中在合适的温度梯度下也有过冷现象出现，称为成分过冷。

离异共晶：有共晶反应的合金中，如果成分离共晶点较远，由于初晶数量多，共晶数量很少，共晶中与初晶相同的相依附初晶长大，共晶中另外一个相呈现单独分布，使得共晶组织失去其特有组织特征的现象。

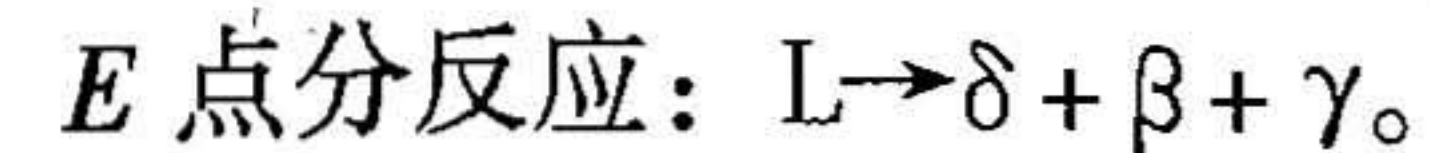
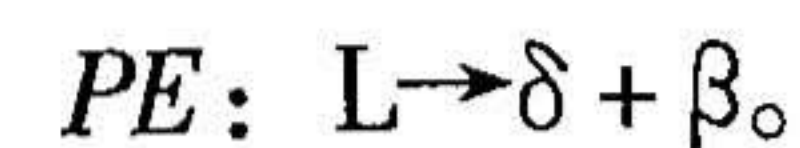
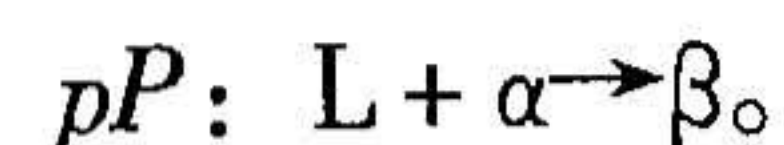
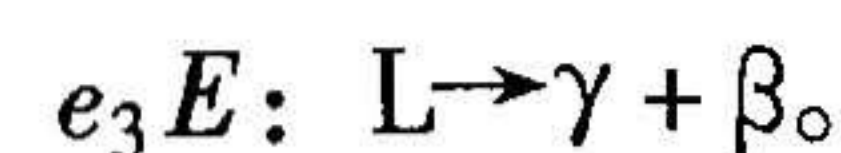
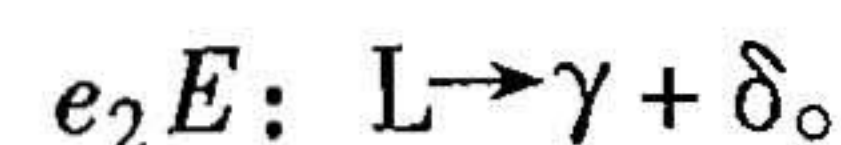
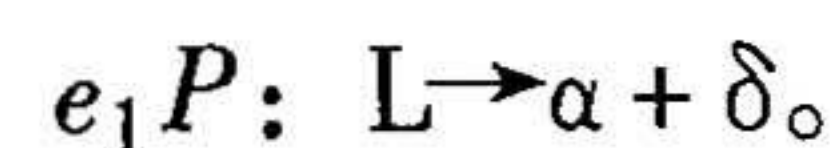
反应扩散：伴随有化学反应而形成新相的扩散称为反应扩散，如从金属表面向内部渗入金属时，渗入元素浓度超过溶解度出现新相。

面角位错：在位错反应中，FCC 晶体中不同滑移面上的全位错分解为不全位错后，领先不全位错反应生成新的不可动位错，导致出现的三个不全位错之间夹杂两个层错的不可动位错组态。

晶界偏聚：由于晶内与晶界上的畸变能差别或由于空位的存在使得溶质原子或杂质原子在晶界上的富集现象。

十、

1. 图中五条单变量线的反应式分别为：



2. 图中合金 2 的平衡结晶过程： $L \rightarrow \delta$ ， $L \rightarrow \delta + \beta$ ， $L \rightarrow \delta + \beta + \gamma$ ；合金 2 的开始凝固温度从图中可以得到为 150°C 。